



В.Г. Новоселов

# **ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

Екатеринбург  
2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра станков и инструментов

В.Г. Новоселов

# ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Методические указания  
к выполнению контрольной работы  
для студентов заочной формы обучения  
направлений 220700.62 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»; 220200.62 «Автоматизация и управление и  
специальности»; 220301.65 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»

Екатеринбург  
2013

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета МТД.  
Протокол № 10 от 06 июня 2012 г.

Рецензент: доцент, канд. техн. наук. Л.Г.Швамм

Редактор Р.В. Сайгина  
Оператор компьютерной верски Е.В. Карпова

---

Подписано в печать 20.06.13		Поз. 72
Плоская печать	Формат 60×84 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	Тираж 10 экз.
Заказ	Печ. л. 0,46	Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ВВЕДЕНИЕ

Выполнение контрольной работы по дисциплине «Прикладная механика» предусмотрено учебным планом для студентов заочной формы обучения направлений 220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств»; 220200.62 «Автоматизация и управление и специальности»; 220301.65 «Автоматизация технологических процессов и производств» и преследует цель самостоятельного освоения компетенций профессионального блока, предусмотренных соответствующими Государственными (федеральными) образовательными стандартами высшего профессионального образования.

Контрольная работа состоит из теоретической и практической частей. В теоретической части студенты письменно излагают ответы на заданные в соответствии с выбранным вариантом вопросы, основываясь на самостоятельном изучении материала по предложенной учебной литературе. В практической части студенты выполняют расчеты приводного вала на необходимую мощность, прочность и жесткость.

Вариант задания на контрольную работу студенты выбирают самостоятельно по таблице приложения А1. В соответствии с выбранным вариантом задания по таблице приложения А2 принимаются исходные данные, включая номера вопросов для ответов в теоретической части.

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

### 1. Список вопросов для теоретической подготовки

1. Геометрические характеристики плоских сечений: площадь, статический момент площади, центр площади их роль в расчетах.
2. Валы и оси. Расчет на прочность.
3. Класс кинематической пары. Примеры.
4. Геометрические характеристики плоских сечений: осевой и полярный моменты инерции, их роль в расчетах.
5. Подшипники скольжения. Назначение, расчет.
6. Закон движения, передаточное отношение, передаточное число.
7. Геометрические характеристики плоских сечений: осевой и полярный моменты сопротивления, их роль в расчетах.
8. Муфты. Назначение, типы, выбор.
9. Степень подвижности пространственного механизма.
10. Модуль упругости 1-го и 2-го рода, их роль в расчетах.
11. Подшипники качения. Типы, назначение, расчет.
12. Степень подвижности плоского механизма. Ферма.
13. Характеристики прочности: предел пропорциональности, упругости, текучести, прочности.
14. Зубчатые передачи. Типы, кинематика, геометрия.

15. Машины, механизмы, звенья, кинематические пары: определения и примеры.
16. Закон Гука. Деформация при растяжении.
17. Цепные передачи. Кинематика
18. Класс кинематической пары. Примеры
19. Закон Гука. Деформация при кручении.
20. Зубчатые передачи. Геометрия, силовые соотношения.
21. Машины, механизмы, звенья, кинематические пары: определения и примеры.
22. Механические напряжения изгиба (нормальные) и кручения (касательные).
23. Ременные передачи. Передаваемые усилия, кинематика
24. Степень подвижности плоского механизма. Ферма.

## 2. Расчет приводного вала на необходимую мощность, прочность и жесткость

**Задание:** Для заданной схемы нагружения трансмиссионного вала (рис. 1) построить эпюру вращающих моментов, определить мощность приводного двигателя, рассчитать диаметр вала, вычислить углы относительного закручивания участков вала и построить эпюру углов поворота сечений вала.

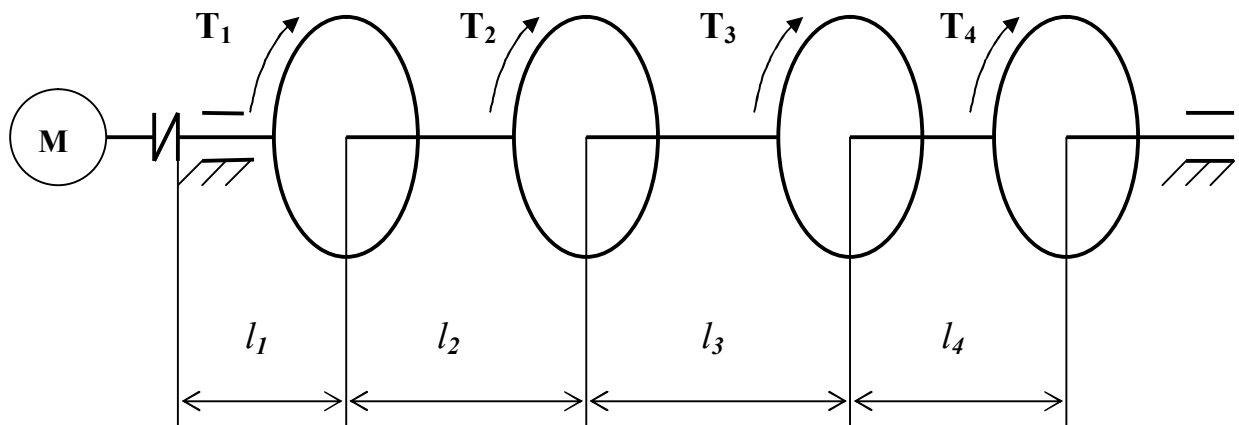


Рис. 1. Схема нагружения вала

### Пример решения:

**Дано:**

$T_1 = +8 \text{ Нм};$	$l_1 = 0,2 \text{ м};$
$T_2 = +2 \text{ Нм};$	$l_2 = 0,4 \text{ м};$
$T_3 = -10 \text{ Нм};$	$l_3 = 0,3 \text{ м};$
$T_4 = +8 \text{ Нм};$	$l_4 = 0,5 \text{ м};$
$n = 1000 \text{ мин}^{-1}$	

## 1. Построение эпюры крутящих моментов

1.1. Изображаем в масштабе схему нагружения вала (рис. 2), обозначив характерные сечения:

0 – сечение в месте присоединения муфты;

I – сечение, в котором приложен момент  $T_1$ ;

II – сечение, в котором приложен момент  $T_2$ ;

III – сечение, в котором приложен момент  $T_3$ ;

IV – сечение, в котором приложен момент  $T_4$ ;

V – сечение по правому подшипнику вала.

1.2. Определяем крутящие моменты на участках вала, начиная со свободного конца вала:

$$T_{IV-V} = 0;$$

$$T_{III-IV} = T_{IV-V} + T_4 = 0 + 8 = 8 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$T_{II-III} = T_{III-IV} + T_3 = 8 + (-10) = -2 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$T_{I-II} = T_{II-III} + T_2 = (-2) + 2 = 0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$T_{0-I} = T_{I-II} + T_1 = 0 + 8 = 8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

1.3. Изображаем в масштабе эпюру крутящих моментов (рис. 2).

## 2. Определяем требуемую мощность электродвигателя:

$$P = \frac{T_{0-I} n}{9550} = \frac{8 \cdot 1000}{9550} = 0,838 \text{ кВт}.$$

## 3. Определяем диаметр вала из условия прочности по пониженным допускаемым напряжениям кручения ( $[\tau_{кр}] = 10 \dots 20 \text{ МПа}$ ):

$$d = 10 \sqrt[3]{\frac{T_{\max}}{0,2[\tau_{кр}]}} = 10 \sqrt[3]{\frac{10}{0,2 \cdot 15}} = 14,88 \text{ мм} \approx 15 \text{ мм} = 0,015 \text{ м}.$$

## 4. Определяем полярный момент инерции сечения вала:

$$J_p = \frac{\pi d^4}{32} = \frac{\pi 0,015^4}{32} = 4,97 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4.$$

## 5. Построение эпюры углов поворота сечений вала

5.1. Определяем углы закручивания участков вала, начиная от места присоединения муфты:

$$\Theta_{0-I} = \frac{T_{0-I} l_I}{G J_p} = \frac{8 \cdot 0,2}{8 \cdot 10^{10} \cdot 4,97 \cdot 10^{-9}} = 0,00402 \text{ рад};$$

$$\Theta_{I-II} = \frac{T_{I-II} l_2}{GJ_p} = \frac{0 * 0,4}{8 * 10^{10} * 4,97 * 10^{-9}} = 0 \text{ рад};$$

$$\Theta_{II-III} = \frac{T_{II-III} l_3}{GJ_p} = \frac{-2 * 0,3}{8 * 10^{10} * 4,97 * 10^{-9}} = -0,00151 \text{ рад};$$

$$\Theta_{III-IV} = \frac{T_{III-IV} l_4}{GJ_p} = \frac{8 * 0,5}{8 * 10^{10} * 4,97 * 10^{-9}} = 0,01006 \text{ рад};$$

$$\Theta_{IV-V} = 0, \text{ так как } T_{IV-V} = 0.$$

5.2. Определяем абсолютные углы поворота сечений:

$$\varphi_0 = 0;$$

$$\varphi_I = \varphi_0 + \Theta_{0-I} = 0 + 0,00402 = 0,00402 \text{ рад};$$

$$\varphi_{II} = \varphi_I + \Theta_{I-II} = 0,00402 + 0 = 0,00402 \text{ рад};$$

$$\varphi_{III} = \varphi_{II} + \Theta_{II-III} = 0,00402 + (-0,00151) = 0,00251 \text{ рад};$$

$$\varphi_{IV} = \varphi_{III} + \Theta_{III-IV} = 0,00251 + 0,01006 = 0,01257 \text{ рад};$$

$$\varphi_V = \varphi_{IV} + \Theta_{IV-V} = 0,01257 + 0 = 0,01257 \text{ рад};$$

5.3. Изображаем в масштабе эпюру углов поворота сечений вала (рис. 2).

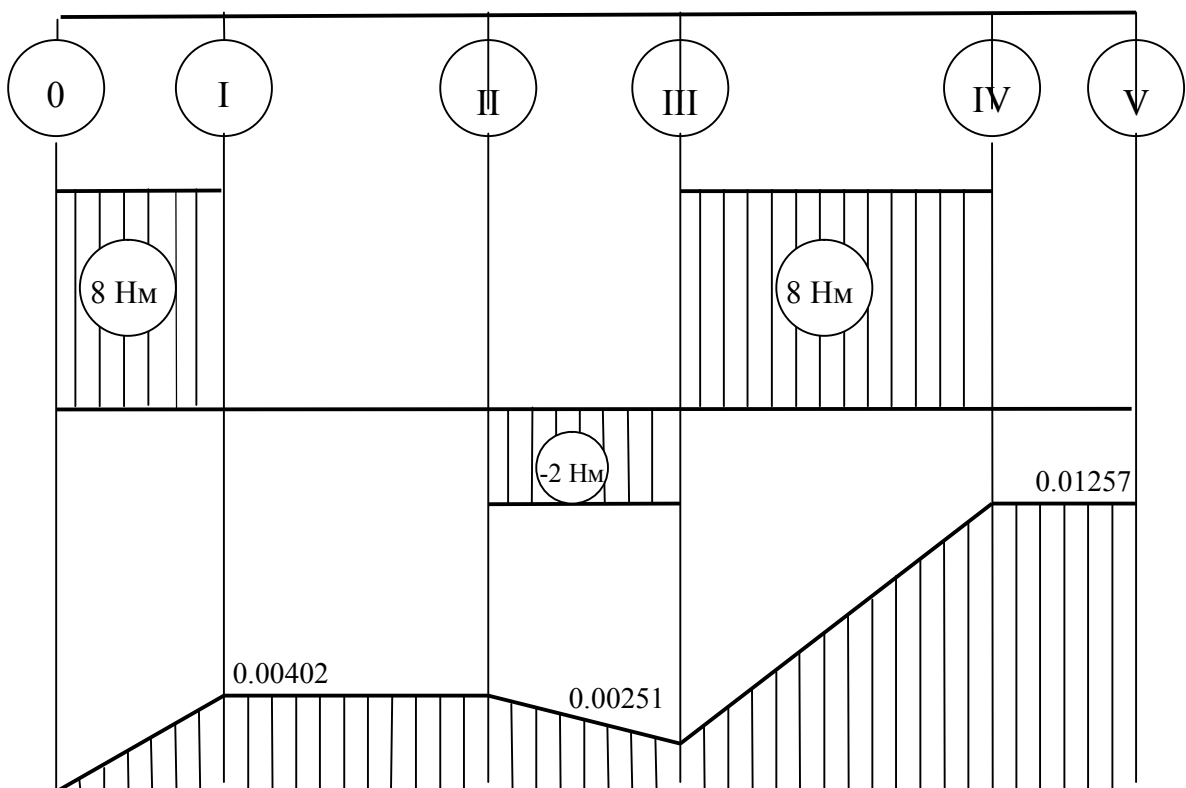


Рис. 2. Эпюра углов поворота сечений вала

### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Первая буква фамилии	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А...Р	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С...Я	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Вариант	n, мин <sup>-1</sup>	T <sub>1</sub> , НМ	T <sub>2</sub> , НМ	T <sub>3</sub> , НМ	T <sub>4</sub> , НМ	l <sub>1</sub> ,м	l <sub>2</sub> ,м	l <sub>3</sub> ,м	l <sub>4</sub> ,м	Вопросы
1	750	+14	+8	+2	-4	0,1	0,2	0,3	0,4	1,9,17
2					-10		0,3		0,4	2,10,18
3				0,5		3,11,19				
4						0,5	4,12,20			
5				5,13,21						
6	1000	+8	+2	-4	+14	0,3	0,4	0,5	0,5	6,14,22
7						0,5			0,5	0,4
8				0,5	0,4		0,3	8,16,24		
9						0,4		0,3	1,2,3	
10				1500	+2		-4		+14	+8
11	0,4	0,3	7,8,9							
12			0,2			0,1		10,11,12		
13	0,1	13,14,15								
14		16,17,18								
15		3000	-4	-10	+14	+2	0,3	0,2	0,1	0,1
16	0,1									0,1
17					0,2	0,3	1,5,9			
18	0,1						0,2	2,3,4		
19								0,2	0,4	5,6,7
20										